

## Testing i.c. engine catalytic converter - by monitoring temp. variation during abnormal operation

**Patent number:** DE4227207  
**Publication date:** 1994-02-24  
**Inventor:** BRUECK ROLF (DE); MAUS WOLFGANG (DE); SWARS HELMUT (DE)  
**Applicant:** EMITEC EMISSIONSTECHNIK (DE)  
**Classification:**  
- **international:** G01M15/00; B01J35/04; F01N3/20; F02D41/14;  
G01D1/14  
- **european:** F01N11/00B  
**Application number:** DE19924227207 19920817  
**Priority number(s):** DE19924227207 19920817

### Abstract of DE4227207

Testing of a honeycomb catalytic converter is carried out by monitoring the variation with time of the local temp. in at least one region in the converter while normal operation of the converter is affected by deliberate change of one or more of its operating parameters and the space- and/or time-dependent temp. variation is detected in the region.

Pref. the operating parameter is one or more of hydrocarbon concn., oxygen concn. and nitrogen concn. in the flow entering the converter. Parameter change and temp. variation detection are carried out at a constant engine load.

**USE/ADVANTAGE** - The condition and/or functional capability of an i.e. engine catalytic converter, esp. a small initial catalyst, can be determined in a simple, inexpensive and precise manner.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**Best Available Copy**



⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 27 207 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
**G 01 M 15/00**  
B 01 J 35/04  
F 01 N 3/20  
F 02 D 41/14  
G 01 D 1/14

⑯ Aktenzeichen: P 42 27 207.6  
⑯ Anmeldetag: 17. 8. 92  
⑯ Offenlegungstag: 24. 2. 94

⑯ Anmelder:

Emitec Gesellschaft für Emissionstechnologie mbH,  
53797 Lohmar, DE

⑯ Vertreter:

Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;  
Geißler, B., Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw.;  
Rost, J., Dipl.-Ing., 81679 München; Bonnekamp, H.,  
Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.-Ing., Pat.-Anwälte,  
40474 Düsseldorf; Pegenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter,  
B., Dipl.-Ing., Rechtsanwälte, 81679 München;  
Kahlhöfer, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 40474  
Düsseldorf

⑯ Erfinder:

Maus, Wolfgang, 5060 Bergisch Gladbach, DE;  
Swars, Helmut, 5060 Bergisch Gladbach, DE; Brück,  
Rolf, 5060 Bergisch Gladbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Katalysatorüberprüfung mittels Störgrößenverarbeitung

⑯ Verfahren zur Überprüfung eines von einem Fluid entlang einer Strömungsrichtung durchströmbarer wabenförmigen katalytischen Konverters, insbesondere für Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen. Erfindungsgemäß wird das zeitliche Verhalten zumindest einer örtlichen Temperatur in zumindest einem Bereich im katalytischen Konverter überwacht, während ein Normalbetrieb des katalytischen Konverters durch gezielte Änderung von mindestens einem seiner Betriebsparameter gestört wird und das räumliche und/oder zeitliche Temperaturverhalten in dem Bereich erfaßt. Die gezielte Änderung sollte bei einer konstanten Belastung des Verbrennungsmotors stattfinden. Das auf eine plötzliche Änderung des Betriebszustandes erfolgende Temperaturverhalten kann mit früher aufgenommenen Daten verglichen und aus dem Vergleich auf den Zustand des katalytischen Konverters geschlossen werden.

DE 42 27 207 A 1

DE 42 27 207 A 1

Best Available Copy

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 93 308 068/115

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung eines katalytischen Konverters während seines Betriebes unter Heranziehung von Temperaturmeßwerten.

Die mittlerweile in vielen Ländern immer strenger werdenden Umweltschutzvorschriften verlangen die Ausstattung von Verbrennungsmotoren mit Katalysatoren, deren Funktionstüchtigkeit während ihrer Lebensdauer auch sichergestellt werden soll. Die meisten Katalysatoren sind wabenähnliche Körper; die eine Anzahl von Kanälen aufweisen, durch die das Abgas strömt. Die Katalyse findet in einem frischen Katalysator hauptsächlich im anströmseitigen Teil statt. Dabei werden Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide in Kohlendioxid, Wasser und Stickstoff umgewandelt. Bei einem funktionierenden Katalysator wird bei diesen Reaktionen insgesamt Wärme frei, wodurch die Katalysatortemperatur ansteigt. Bei einem zunehmend älter werdenden Katalysator verschiebt sich die Reaktionszone in den hinteren Teil des Katalysators, und bei einem völlig gealterten Katalysator findet eine Reaktion nicht mehr statt. Ein Verfahren zur Steuerung eines Verbrennungsmotors unter Einbeziehung der aktuellen Temperatur eines nachgeschalteten Katalysators ist zum Beispiel in WO 91/14856 offenbart. Dabei wird der Motor so gesteuert, daß die Temperatur des nachgeschalteten Katalysators stets unter einer für den Katalysator kritischen Temperatur bleibt. Dabei werden manchmal Kompromisse zwischen einer Minimierung des Schadstoffausstoßes und einer Optimierung der Brennstoffeffizienz des Verbrennungsmotors eingegangen. Bei diesem Verfahren werden noch nicht alle Möglichkeiten zur Gewinnung von Informationen über den Katalysator ausgenutzt, um zu einer verbesserten Aussage über den Betriebszustand und die Funktionstüchtigkeit des Katalysators zu gelangen.

Aufgabe der Erfindung ist es, durch einfache Mittel oder Maßnahmen den Zustand und/oder die Funktionstüchtigkeit eines katalytischen Konverters, insbesondere eines kleinvolumigen Vorkatalysators zu erfassen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Überprüfung eines von einem Fluid entlang einer Strömungsrichtung durchströmten wabenförmigen katalytischen Konverters, wobei das zeitliche Verhalten zumindest einer örtlichen Temperatur in zumindest einem Bereich im katalytischen Konverter überwacht wird, während ein Normalbetrieb des katalytischen Konverters durch gezielte Änderung von mindestens einem seiner Betriebsparameter gestört wird und das räumliche und/oder zeitliche Temperaturverhalten an dem mindestens einen Bereich erfaßt wird.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß für einen gegebenen Katalysator bestimmter Geometrie bei gegebenen Betriebsparametern ein charakteristisches Verhalten vorliegt, wobei das räumliche und das zeitliche Temperaturverhalten von erhöhter Bedeutung sind. Insbesondere das zeitliche Verhalten eines Temperaturmeßwertes bei einer gezielten, definierten Störung des Normalbetriebes kann registriert und zu einer Aussage über den Zustand des katalytischen Konverters ausgewertet werden.

Bei der gezielten Änderung der Betriebsparameter kann man z. B. die Konzentration an Kohlenwasserstoffen in dem in den katalytischen Konverter eintretenden Abgasstrom ändern. Durch eine Erhöhung der Konzentration an Kohlenwasserstoffen bei konstantem Luft- bzw. Sauerstoffanteil in den Abgasen erhöht sich

die Betriebstemperatur des Katalysators, sofern dieser noch katalytisch aktiv ist. Man kann auch die Luft- bzw. Sauerstoff- bzw. Stickstoffkonzentration in dem Abgas verändern. Manchmal ist es vorteilhaft, die Konzentration sämtlicher in den Abgasen enthaltenen Stoffe zu verändern. Der Katalysator ist in der Regel hinter einem Abgassystem eines mehrzyklindrischen Verbrennungsmotors mit Zündung geschaltet, wo er auch als Vorkatalysator vor einem nachgeschalteten Katalysator dienen kann.

Bei einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens werden ein Betriebsparameter oder mehrere Betriebsparameter bei einer konstanten Belastung des Verbrennungsmotors geändert. Dies kann z. B. im Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors beim Stillstand des Fahrzeugs an einer roten Ampel oder bei bestimmten Drehzahlen im Schubbetrieb durchgeführt werden.

Bei dem Verfahren wird bei Änderung eines oder mehrerer Betriebsparameter das zeitliche Temperaturverhalten in mindestens einem Bereich des katalytischen Konverters erfaßt und dieses Temperaturverhalten eines ersten katalytischen Verwerters mit dem entsprechenden (z. B. elektronisch gespeicherten) früheren zeitlichen Temperaturverhalten dieses Konverters oder eines zweiten katalytischen Konverters verglichen, wobei der zweite katalytische Konverter ein bekannter; meist frischer Katalysator ist. Aus dem Vergleich der zeitlichen Temperaturverläufe sind Rückschlüsse auf den Alterungsgrad und/oder die Schädigung des ersten Katalysators möglich.

Für die Temperaturerfassung eines Bereichs des Katalysators kann bei diesem Verfahren jeweils mindestens ein Thermoelement verwendet werden. Vorzugsweise wird der zeitliche Temperaturverlauf in mindestens zwei Bereichen des Katalysators erfaßt. Man kann auch die Temperaturerfassung in den Bereichen des Katalysators durch jeweils mindestens einen temperaturabhängigen Widerstand durchführen. Somit läßt sich auch neben dem zeitlichen Verhalten der Temperaturen auch die räumliche Temperaturverteilung im Katalysator erfassen. Bei der Erfassung der Temperatur in mehreren Bereichen des Katalysators sollte zwischen den beiden Bereichen zumindest ein Teil des katalytisch aktiven Volumens liegen.

Um den Katalysator unter möglichst standardmäßigen Bedingungen überprüfen zu können, wird zum Beispiel die gezielte Änderung der Konzentration an Kohlenwasserstoffen erreicht, indem man die Zündung von mindest einem der Zylinder des Verbrennungsmotors gezielt abschaltet. Zu diesem Zweck eignet sich ein rhythmisches wiederholtes Ein- und Ausschalten der Zündung eines oder auch mehrerer Zylinder. Eine andere Möglichkeit ist die kurzzeitige Zugabe von Benzin während des Schubbetriebes, bei dem normalerweise die Benzinzufluhr abgeschaltet ist.

Um die Konzentrationen von Kohlenwasserstoffen, Sauerstoff oder Stickstoff jeweils unabhängig voneinander ändern zu können, sollte bei einem Katalysator mit Lambda-Regelung diese vorzugsweise bei der Änderung abgeschaltet werden.

Das vorliegende Verfahren ist somit in der Lage, ohne große Eingriffe in den Betrieb eines mit einem Katalysator verbundenen Verbrennungsmotors Überprüfungen des Katalysators durchzuführen. Da das Verfahren äußerst flexibel ist, lassen sich viele verschiedene Untersuchungen an einem Katalysator unbekannten Zustandes durchführen, deren Ergebnisse dann mit denen entsprechender Versuche an einem bekannten standardisierten

Best Available Copy

Katalysator oder mit früheren Messungen verglichen werden.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen, auf die die Erfindung aber nicht beschränkt ist, wobei

Fig. 1 schematisch einen Verbrennungsmotor mit Zündung und einem nachgeschalteten Katalysator zeigt, und

Fig. 2 ein Beispiel für den Temperaturverlauf in einem Katalysator bei einer typischen Überprüfung zeigt.

Fig. 1 zeigt schematisch einen aus einem Wabenkörper bestehenden Katalysator 1, der an einen Verbrennungsmotor M angeschlossen ist. Die Zündung Z ist über Zündkabel 4 an den Verbrennungsmotor M angeschlossen. Die Zündung Z kann extern über Signalleitungen 5 gesteuert werden. Der Wabenkörper 1 des Katalysators ist von einem ersten Temperatursensor S1 und einem zweiten Temperatursensor S2 durchsetzt, die jeweils über eine erste Sensorsignalleitung L1 und eine zweite Sensorsignalleitung L2 an einem Prozessor P angeschlossen sind. Zwischen S1 und S2 ist ein Teil des katalytisch aktiven Volumens enthalten. Mit dieser Anordnung gemäß Fig. 1 kann eine Aussage über die Güte eines Katalysators gemacht werden, indem man das räumliche und/oder zeitliche Temperaturverhalten des katalytischen Konverters 1 auswertet. Eine Auswertung des Temperaturverhaltens bei einer gezielten Betriebsänderung (Störung) kann zum Beispiel ein Vergleich der Betriebstemperaturen bei S1 und S2 sein oder auch das zeitliche Verhalten, insbesondere die erste und/oder zweite Zeitableitung, der Temperatur an jeweils einem der Temperatursensoren S1 oder S2. Bei einem frischen Katalysator ist die Betriebstemperatur an dem ersten Temperatursensor S1 an der Anstromseite 2 des Katalysators höher und ändert sich bei einer Störung schneller als die Temperatur bei dem zweiten Temperatursensor S2 an der Abströmseite 3 des Katalysators. Bei einem in zunehmenden Maße gealterten Katalysator ist die Reaktionszone in zunehmendem Maße in Richtung Abströmseite 3 des Katalysators hin verschoben, so daß das Verhalten sich umkehrt. Schon aus dem zeitlichen Verhalten eines Temperaturfühlers kann daher auf die Alterung des Katalysators geschlossen werden. Zusätzliche Informationen ergeben sich durch Hinzuziehen der Meßwerte eines zweiten Temperaturfühlers. In diesem Falle nimmt die Temperaturdifferenz zwischen S1 und S2 mit zunehmendem Grade der Alterung des Katalysators ab. Bei einem stark gealterten Katalysator liegt die Reaktionszone vollständig an der Abstromseite 3 des Katalysators, so daß die Temperaturdifferenz zwischen S1 und S2 negativ ist und die Änderungsgeschwindigkeit der Temperaturmeßwerte des zweiten Sensors bei einer Störung größer als die an S1 ist. Ein solcher Katalysator sollte ausgewechselt werden. Ein Beispiel für die Auswertung des zeitlichen Temperaturverlaufs zumindest eines Temperatursensors S1 ist in Fig. 2 dargestellt.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm, in dem an der vertikalen Achse die erste Ableitung der Temperatur nach der Zeit aufgetragen ist und bei dem die horizontale Achse die Zeit darstellt. Die durchgezogene Linie stellt die Ableitung der Temperatur des Gases dar; die punktierte Linie die Temperatur des Katalysators ohne Überprüfung, das heißt ohne Erhöhung der Kohlenwasserstoffzufuhr in dem Katalysator, und die strichpunktiierte Linie die Ableitung der Temperatur des Katalysators mit Über-

prüfung, das heißt bei Zufuhr von zusätzlichem Kohlenwasserstoff in den Katalysator. Die Überprüfung des Katalysators beginnt vorzugsweise dann, wenn sich die Signale von Temperatursensor S1 (und, falls vorhanden, von Temperatursensor S2) annähernd konstant verhalten. Hierbei ist es nicht notwendig, daß beide die gleiche absolute Temperatur anzeigen, sondern es reicht aus, wenn die durch den Prozessor P gebildeten ersten Zeitableitungen der Temperatursignale von S1 und S2 gleich sind. Bei diesem Test werden während einer konstanten Belastungsphase des Verbrennungsmotors M, die bei einem Zeitpunkt  $t_0$  beginnt, zu einem Zeitpunkt  $t_1$  die Kohlenwasserstoffemissionen in den Katalysator 1 erhöht bis zu einem Zeitpunkt  $t_2$ . Bei diesem Verfahren kann man prinzipiell mit nur einem Temperatursensor S1 arbeiten. In einem ersten Durchgang wird dabei während dem Zeitintervall zwischen  $t_1$  und  $t_2$  die Temperaturanstiegsgeschwindigkeit während der Konstantbelastungsphase ohne erhöhte Kohlenwasserstoffemissionen in den Katalysator ermittelt. Dies ist die Steigung der punktierten Linie zwischen  $t_1$  und  $t_2$ . In einem zweiten Durchgang wird dann während einem gleichen Zeitintervall  $t_1$  und  $t_2$  die Kohlenwasserstoffemission in den Katalysator erhöht, was zu einer gesteigerten Temperaturanstiegsgeschwindigkeit bei Sensor S1 führt. Dies ist dargestellt durch die Steigung der strichpunktiierten Linie zwischen  $t_1$  und  $t_2$ . Vergleicht man nun die Temperaturanstiegsgeschwindigkeit des Katalysators mit Überprüfung (mit HC-Emission in den Katalysator) mit der Temperaturanstiegsgeschwindigkeit des Katalysators ohne Überprüfung (ohne HC-Emission in den Katalysator), so hat man bei bekannten Randbedingungen des Katalysators ein Maß für die Güte des Katalysators. Dementsprechend berechnet der Prozessor P jeweils für den Durchgang ohne Überprüfung und mit Überprüfung die zweite Zeitableitung der Katalysatortemperatur zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$ , und bildet davon die Differenz. Diese Differenz ist dann ein Maß für die Güte des Katalysators. Je größer die Differenz ist, desto besser ist die Güte des Katalysators. Vorteile dieses Verfahrens sind zum Beispiel die schnelle Durchführbarkeit innerhalb weniger Sekunden und die Unabhängigkeit von Fehlern aufgrund einer Nullpunktverschiebung des Temperatursensors S1.

Es ist auch denkbar, die räumliche Temperaturverteilung des Katalysators 1 durch mehr als zwei Sensoren S1 und S2 zu erfassen. Genauso ist es auch denkbar, den zeitlichen Temperaturverlauf mit nicht nur einem Temperatursensor S1, sondern mit mehreren Temperatursensoren gleichzeitig durchzuführen. Weiterhin ist auch eine Kombination der Ergebnisse des räumlichen Temperaturverlaufs und des zeitlichen Temperaturverlaufs zur Gütebestimmung des Katalysators möglich.

Die Erfindung ermöglicht daher mit einem ganz geringen apparativen Aufwand eine sehr genaue Aussage über den Zustand eines katalytischen Konverters, auch eines motornah eingebauten sogenannten Vor-Katalysators.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung eines von einem Fluid entlang einer Strömungsrichtung durchströmablen wabenförmigen katalytischen Konverters, wobei das zeitliche Verhalten zumindest einer örtlichen Temperatur in zumindest einem Bereich im katalytischen Konverter überwacht wird, während ein Normalbetrieb des katalytischen Konver-

- ters durch gezielte Änderung von mindestens einem seiner Betriebsparameter gestört wird und das räumliche und/oder zeitliche Temperaturverhalten in dem Bereich erfaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebsparameter die Konzentration an Kohlenwasserstoffen in dem in den katalytischen Konverter eintretenden Fluidstrom ist. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebsparameter die Konzentration an Sauerstoff in dem in den katalytischen Konverter eintretenden Fluidstrom ist. 10
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Betriebsparameter die Konzentration an Stickstoff in dem in den katalytischen Konverter einströmenden Fluidstrom ist. 15
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Betriebsparameter/die Betriebsparameter einer bzw. eine Kombination der in den Ansprüchen 2 bis 4 genannten Betriebsparameter ist/sind. 20
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der katalytische Konverter in ein Abgassystem eines mehrzylindrischen Verbrennungsmotors mit Zündung geschaltet ist, vorzugsweise als Vorkatalysator. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Betriebsparameter und die Erfassung des räumlichen und zeitlichen Temperaturverhaltens bei einer konstanten Belastung des Verbrennungsmotors stattfinden. 30
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Änderung der Betriebsparameter und der Erfassung des zeitlichen Temperaturverhaltens eines ersten katalytischen Konverters dieses zeitliche Temperaturverhalten des ersten katalytischen Konverters mit dessen früheren zeitlichen Temperaturverhalten oder dem eines zweiten katalytischen Konverters aufgrund entsprechender Änderung der Betriebsparameter des zweiten katalytischen Konverters verglichen wird. 35
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der erste katalytische Konverter ein gealterter und der zweite katalytische Konverter ein frischer katalytischer Konverter ist. 45
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturerfassung in den mindestens zwei Bereichen durch jeweils mindestens ein Thermoelement durchgeführt wird. 50
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturerfassung in mindestens zwei Bereichen, vorzugsweise durch jeweils mindestens einen temperaturabhängigen Widerstand, durchgeführt wird und neben dem zeitlichen Verhalten der Temperaturen auch die räumliche Temperaturverteilung im katalytischen Konverter und/oder deren zeitliches Verhalten gemessen und ausgewertet werden. 55
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens zwei Bereiche, in denen das Temperaturverhalten überwacht wird, axial entlang der Strömungsrichtung durch den katalytischen Konverter verteilt sind, so daß zumindest ein Teil des katalytisch aktiven Volumens zwischen ihnen liegt. 65
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6—12,

dadurch gekennzeichnet, daß die gezielte Änderung der Konzentration an Kohlenwasserstoffen durch ein Abschalten der Zündung von mindestens einem der Zylinder des Verbrennungsmotors durchgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Abschalten wiederholt und in einem bestimmten Rhythmus erfolgt.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während der Überprüfung eine eventuell vorhandene  $\lambda$ -Regelung des katalytischen Konverters abgeschaltet wird.

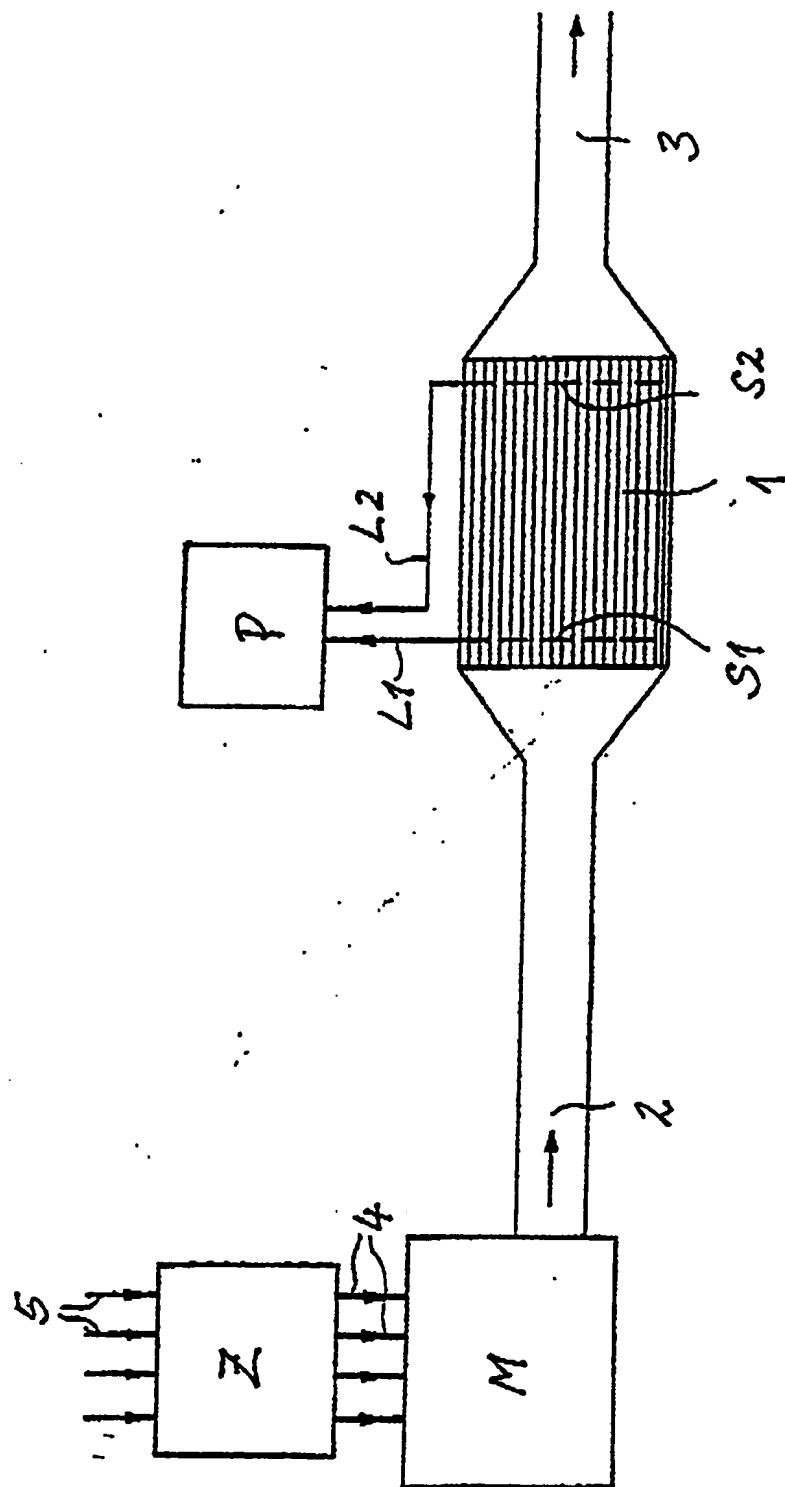
---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

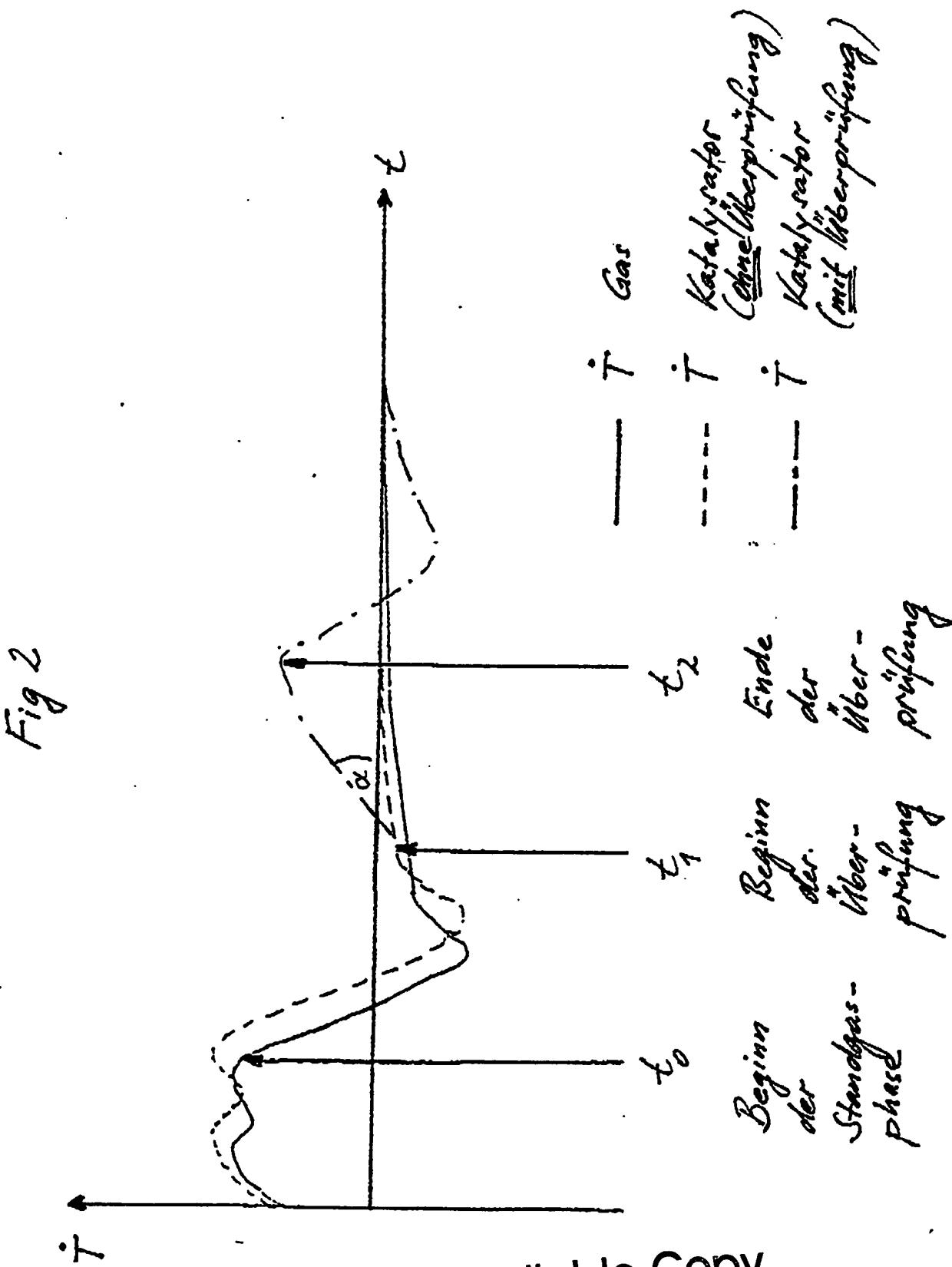
Best Available Copy

Fig 1



Best Available Copy

308 068/115



Best Available Copy